委託加工に於けるリサイクル資源の現状*

岡 本 浩**

The Present Condition of Recycling Resources in Processing on Commission

Hiroshi OKAMOTO

1. は じ め に

粉碎、分級は資源リサイクル分野で最も基本的、重要な技術として位置付けられています。当社は粉粒体機器を製造、販売し当工場では自社、他社の機器を使い、粉粒体の粉碎、分級、乾燥、混合、造粒、表面処理を独自の技術で行っています。当社における委託加工は主に開発的内容と生産的内容に区別されます。扱う原料は医薬、農薬に始まり最先端の電子材料に至るまで、有機、無機を問わず幅広い分野に及んでおります。特に粉粒体委託加工は産業界が今何を求めているか、手に取る様にわかり加工技術も日進月歩の勢いで伸長しております。ここ数年、ユーザーの要求は益々厳しくなり、粒度調整にとどまらず粒子形状のコントロール、更には付加価値を付ける複合加工に及んでおります。粉粒体加工技術は今なお経験が求められる世界であり、機器まかせの生産は高いコストにつながる事が多々あります。当社に見る委託加工は、益々ユーザーと深く結びついた開発的内容になりつつあります。開発的内容の1つにリサイクルを目的とした委託加工があり、ここ数年当社も積極的に取り組む姿勢を打ち出しております。

2. 粉碎・分級

粉粒体委託加工の中心は原料を目的に応じて砕く（粉碎）、砕いた粉碎物を分級（サイズ別に分ける）する。この単位操作に代表されます。更に混合、造粒の操作が加わることもあります。当社は、東日本地区を市場対象に利根川工場、西日本地区に響灘工場をもち、各種粉粒体委託加工及び関連事業を行っております。

1. 各種粉粒体の委託加工（生産）。
2. 各種粉粒体の委託テスト。

* 平成7年11月9日本会第95回例会において発表

** 株式会社セイシン企業 響灘工場長
平成7年10月12日受理

3. 各種粉粒体の委託物性測定。
4. 各種新素材の共同開発、商品化
5. 各種粉粒体加工品の販売
6. 粉体、粒体機器販売
7. 粉体プラントの設計、製作、施工。
8. 粉粒体関連技術のコンサルタント。

更に、利根川工場では独自の技術をもとに、樹脂等の粉碎に効果を出す化学粉碎を行っております。図1は受託加工の利用分野と形態図です。粉碎がもたらす利用分野は大変幅広く製品を作る上の原点と考えます。当工場は生成粒度数十mmの粗粉碎より、数 μm までの微粉碎を乾式状態で対応することが可能です。粗砕は圧縮、切断力をもつ回転型の粉碎機、微粉碎は剪断、衝撃力をもつ高速回転型の粉碎機、超微粉碎は摩擦力、衝撃力、剪断力をもつボールミル、ジェットを使います。図2に社内代表設備を紹介いたします。当工場では自社製品にとられることなく国内外の優秀な粉粒体システムを取り揃え各種の委託に対応しております。粉粒体の加工で大切なことは、加工する粉粒体特性に合った機器を使うことです。粉碎原料は大きさ、形状、硬さ、熱的影響、付着、摩耗、更には帯電・粉塵爆発等さまざまな条件が加わり粉碎される訳であり十分経験にもとづいた機器選定が必要です。当工場は、粉粒体の特性、加工時の系内挙動をつかみ相性の合った構造、材質、系内環境を作ることが粉粒体加工で大切であると考えます。粉碎は力まかせではなく、いかにソフトに砕くかがポイントです。

粉碎工程に最も関連のある単位操作に分級があります。一般には、ふるいに代表される工程です。ふるい分け分級は実用的には200 MESH、更に細い MESH の分級は当工場では特例を除けば風力分級機を使います。風力分級機には多くの形式がありますが、実用性をもつ代表が遠心場をもちいた分級機です。分級ポイントはフルイに比べれば1/10以下3 μm 程度の方分級が可能です。粉碎機には各々粉碎限度があり、粒度分布の巾を任意に調

図 1. 受託加工の利用分野と形態図

図 2. 社内設備のご紹介

整することは大変難しいことです。分級機は粉碎機と組合せることで、粒度分布のコントロール巾が広がり又、効率の良い生産が可能となります。図 3 にジェットミル粉碎ラインと分級機を組み込んだ閉回路ラインを紹介します。今後、ふるい、風力分級機を用いた閉回路ラインの対応が付加価値の要求に伴い益々重要視されると考えられます。

3. 委託加工に見るリサイクルの現状

当工場へ持ち込まれるリサイクル原料の多くは、粉碎、分級（分別）後 1 次原料へある比率で戻すケースと、全く異なる原料へ付加価値を付けて変えてしまうケースに分けられます。一般に粉碎は細くする程粉碎効率も下がりコスト高につながります。リサイクル品として価値を保ち、理想とするコストを保つ事は大変難しい状況です。事実、自動車部品、食品包装関係のリサイクルは技術的

- ジェットミル（単回路） ジェットミルを用いた代表システム例です。原料は定量供給機で安定供給し粉碎されます。製品はサイクロン、バグフィルター、又は、バグフィルターのみで回収いたします。
システムの材質はセラミックス、SUS304です。

- ジェットミル+分級機（閉回路） 閉回路粉碎は、任意の粒度分布を作り出し、又トップサイズを任意にコントロールします。
通常、分級機はミルの後に直結し使用します。粉碎品の微粉CUT、粗砕CUT、又、上・下CUTに対応できます。

図 3

に確立したものの、加工コストが1次原料より高くなるケースが多々あります。ここに試作した例を紹介いたします。

・自動車関連

バンパー、シート、タイヤ、パツキン、エンジン回りの金属部品

主に粉碎、分級（分別）、オリエントミル、インペラミル、ビブラジョークラッシャー、マイクロンCF

・電気関連

電線、基盤、IC等の電子部品、蓄電池

主に粉碎、分級（分別）オリエントミル、ビブラコーン、乾式ふるい、金属分離機、マイクロンCF。

・食品関連

各種樹脂製容器、フィルム

主に粉碎、分級（分別）、オリエントミル、乾式ふるい、マイクロンCF。

図4・5・6・7参照

当工場でリサイクル原料の加工に最も使われる粉碎機はオリエントミル、インペラミル、ビラコーンの3種

類です。共に粗砕を中心にした粉碎です。オリエントミルは、樹脂、ゴム・木の粗粉碎に使いバンパー、シート、パイプ等を1~3mm程度に粉碎し、原料寸法、形状に制約を受けません。動力は低く大容量の粉碎が可能です。インペラミルは、オリエントミルで粉碎した粒子を更に細く粉碎する多段式高速回転型粉碎機で系内に粗粉循環機構を備え100 μ m以下のシャープな製品粒度を作ることができます。特殊な例としてオリエントミルをバルブの粉碎に用い金属を選別し回収しているケースもあります。食品業界で使われる各種容器の粉碎への応用も多く、粉碎機の構造、原理より後工程の分級（分別）に効果的な粉碎が行えます。リサイクル原料の粉碎は必ず分級の必要性があります。粒度分布を調整する以上に異なる物質の分別が要求されます。一般の選別機では、分別能力も処理能力も低く金属と樹脂の分別程度です。細くなるほど効果が出ない状況です。当工場では遠心力を備えた空気分級器マイクロンクラツファイアを使い、異なる物質の分級を効率良く行っております。分級機内部には回転体（ローター）をもたず、質量、形状の違いを

- ① サイドカッター
- ② スタンドカッター
- ③ ローリーカッター
- ④ セッティングカッター
- ⑤ スクリーン

図4. 粗砕機……オリエントミル（構造図）

- ① 分散ファン
- ② インペラブレード
- ③ 粉碎ライナー
- ④ 分級ファン
- ⑤ 分級ライナー
- ⑥ 分級調節ライナー
- ⑦ 粗粉回収ダクト
- ⑧ 排気ファン
- ⑨ Vブリー

図5. 微砕機……インペラミル（構造図）

- ① フレーム
- ② フレキシブルカップリング
- ③ ショック アブソーバー
- ④ シーリング
- ⑤ 可動アンバランス ウェート
- ⑥ 注油口
- ⑦ 本体カバー
- ⑧ 球型内部コーンサポート
- ⑨ 調整リングストッパー
- ⑩ 外部コーン
- ⑪ 調整リング
- ⑫ 内部コーン
- ⑬ シーリング
- ⑭ シャフト
- ⑮ モーター
- ⑯ オイル排水口
- ⑰ Vベルト又はギアトランスミッション

図 6. 中碎機……ビブラコーン (構造図)

分級点のコントロール

(a)系内通過空気量

(b)2次空気量

(c) ΔH (クリアランス) 調整

分級範囲: 5 ~ 100 μm

※ジェットミルと接続する事により

粉碎・分級閉回路が可能。

図 7. マイクロナックラシファイアー……半自由渦型分級器 (構造図)

利用し分級します。動力当たりの処理能力も大きく取れ実用的です。金属と樹脂、樹脂と紙、金属とセラミック等を分別している実績があります。リサイクル原料を粉碎、分級する技術はユーザー要求を満足し始めておりますが、加工に共うコストは大きなテーマとして残っております。

当工場が力を入れているケースに全く異なる製品への

リサイクル原料の活用があります。付加価値の高い素材に限定されやすい傾向にありますが廃材、竹、麻、ウール、シルク、モミガラ等が良い例です。数 μm まで粉碎することで新しい素材への展開が可能になります。当社は新たな価値を求め何でも粉碎いたします。1度粉粒体を加工する世界へお越し下さい。スタッフ一同お待ちしております。